

2. Дмитрієва, О. О. Моделювання поведінки флотореагенту у технічній воді гірничо-збагачувального комбінату при впровадженні флотажного дозбагачення залізних руд [Текст] / О. О. Дмитрієва, Г. В. Василенко // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр., УкрНДІЕП. – Х.: ВД «Райдер», 2012. – Вип. XXXVI – у друку.
3. Дмитрієва, О. О. Спосіб оцінки екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів при впровадженні флотажної доводки збагачення залізних руд [Текст] / О. О. Дмитрієва, О. Л. Тертичний, Г. В. Василенко // реєстраційний номер заявки на корисну модель у 2012 05183.
4. Родзиллер, И. Д. Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод [Текст] / И. Д. Родзиллер. – М.: Стройиздат, 1984. – 263 с.

УДК 67.08:347.218.1

## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ С УЧЕТОМ БАЗЫ ДАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

**Н. П. Горох**Начальник отдела науки и инноваций, доцент  
КП «Харьковводоканал»  
Кафедра экологииХарьковский национальный автомобильно-дорожный университет  
ул. Петровского, 25, г. Харьков, 61002, Украина  
Контактный тел.: (057) 707-57-95**Э. Ю. Шевченко**Заместитель генерального директора по сбыту и управлению персоналом –  
директор Департамента сбыта, старший преподаватель\*  
Контактный тел.: (057) 707-58-87**В. А. Вороненко**Начальник управления инженерно-технического развития производственного  
департамента, кандидат технических наук, старший преподаватель  
КП «Харьковводоканал»  
Кафедра менеджмента  
Харьковский институт управления  
ул. Шевченко, 24, г. Харьков, 61013, Украина  
Контактный тел.: (050) 301-12-75**Ю. В. Ярошенко**Начальник службы энергоменеджмента производственного департамента КП  
«Харьковводоканал», кандидат технических наук, доцент  
Контактный тел.: 050-343-05-98  
\*Кафедра водоснабжения, водоотведения и очистки вод  
Харьковская национальная академия городского хозяйства  
ул. Революции, 12, Харьков, 61002, Украина**В. Н. Кись**Заместитель головы Харьковской районной государственной администрации,  
кандидат технических наук, доцент  
Харьковский национальный университет сельского хозяйства  
имени П. Василенко  
ул. Артема, 44, г. Харьков, 61002, Украина  
Контактный тел.: (057) 777-22-66

*Розглядаються організаційно-правові та нормативні базові аспекти впровадження технології переробки зношеної полімерної тари і упаковки*

*Ключові слова: компактні джерела, моніторинг, полімерна тара та упакування, управління полімерними відходами*

*Рассматриваются организационно-правовые и нормативные базовые аспекты внедрения технологии переработки изношенной полимерной тары и упаковки*

*Ключевые слова: компактные источники, мониторинг, полимерная тара и упаковка, управление полимерными отходами*

*Organizational, legal, and regulatory basic aspects of worn plastic containers and package recycling process implementation are considered*

*Keywords: compact sources, monitoring, plastic containers and package, polymer wastes control*

## 1. Актуальность проблемы и анализ ситуации

Решение проблемы комплексного использования вторичных полимерных материалов связано с решением целого ряда научных и практических задач, среди которых важное место занимают определение объемов образующихся полимерных отходов и организация их заготовки в местах образования. С ростом объема потребления готовой продукции существенно увеличиваются отходы потребления. С учетом этого ставится задача определения объемов образования отходов потребления для создания производств по их переработке.

Методы расчета образования отходов совершенствуются путем их обобщения и использования для новых видов отходов и установления влияния отдельных факторов на нормативы их образования (безвозвратные потери сырья при его переработке и амортизации готовых изделий из него, возврат части отходов в технологический процесс и т.п.). Однако применение известных методов расчета, разработанных по конкретным отходам для расчета других отходов, приводит к тому, что полученные результаты существенно различаются. Связано это с тем, что авторы методик при их разработке основываются не на анализе существующих структур источников отходов и их классификации, а исходят из различной трактовки понятий «отходы», «вторичное сырье», «вторичные ресурсы», не учитывая при этом факторы, определяющие удельные нормативы образования отходов, например, выпуск сопутствующей продукции из отходов в местах образования, экономическая целесообразность заготовки отходов потребления на площадях с малой плотностью населения и т.п. [1].

Система заготовки отходов производства и потребления их в Украине начала активно развиваться с 1990 г. В последующем она совершенствовалась по пути максимального охвата источников отходов, использования прогрессивных технических средств накопления, переработки и транспортировки отходов, а также поиска новых форм и методов их заготовки.

## 2. Источники образования полимерных отходов

Источниками отходов являются промышленные предприятия, сельское хозяйство, строительство и т.д. (производственная сфера). Каждое такое предприятие концентрирует в локальных точках средства труда и сырье (или средства труда к сырьевым ресурсам). Поэтому такие предприятия являются локальными, компактными источниками отходов. Компактными источниками являются также учреждения и предприятия непромышленной сферы, где для оказания услуг нематериального характера используются материальные ценности. В процессе хранения на базах и складах материальных ценностей, их транспортировки и реализации через предприятия торговли (сферу обращения) они, еще не будучи использованы по своему назначению, образуют отходы, что обусловлено свойствами, условиями транспортировки и хранения материальных ценностей. Предприятия сферы обращения также являются компактными источниками отходов.

Население как один из основных потребителей материальных ценностей также является источником отходов, которые образуются в результате использования конкретных видов готовой продукции. Отходы, образующиеся у населения, размещаются в зависимости от плотности населения в каждом регионе. Это приводит к тому, что размещение отходов у населения имеет распределенный характер.

Компактные источники отходов подразделяются на:

- источники отходов, где осуществляется процесс создания материальных ценностей;
- источники, где производится хранение и распределение материальных ценностей;
- источники, где материальные ценности используются для оказания услуг нематериального характера.

Каждому из перечисленных источников соответствует своя структура образования отходов. По итогам инвентаризации объектов размещения отходов разрабатываются предложения по возможным направлениям переработки отходов с использованием имеющегося банка природоохранных технологий и оборудования. При разработке предложений учитываются экологические аспекты развития производительных сил области, определенные Концепцией развития промышленности [2].

Для практического внедрения этих разработок необходимо выполнить исследование качественного состава накопленных и образующихся отходов, подлежащих переработке; маркетинг рынка потребности в продукции, производимой с использованием отходов; сравнительную оценку качества этой продукции с аналогичной продукцией, производимой из основного сырья; технико-экономическое обоснование организации производства с использованием отходов.

Сформированный информационный банк данных о размещении отходов производства и потребления на территории области позволит проводить целенаправленную политику в области снижения негативного влияния на окружающую среду размещения отходов производства и потребления, в том числе при:

- определении направления финансирования природоохранных мероприятий в целях предотвращения причинения вреда окружающей среде;
- разработке планов сохранения и восстановления окружающей среды;
- оценке последствий негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;
- разработке нормативных актов в сфере охраны окружающей среды;
- разработке мероприятий по сохранению и развитию природного потенциала и рекреационного потенциала области.
- Собранные в ходе выполнения работ сведения об объектах размещения отходов могут быть использованы для:
- осуществления государственного контроля размещения отходов производства и потребления;
- информационного обеспечения деятельности по управлению отходами на территории реги-

она на всех уровнях реализации (муниципальном и территориальном);

- формирования базы данных государственного реестра объектов размещения отходов;
- оценки номенклатуры и объемов потенциальных вторичных ресурсов в целях вовлечения накопленных отходов в хозяйственный оборот (при наличии сведений о качественном составе отходов) [3].

### 3. Система мониторинга источников использованной тары и упаковки как вторичного сырья

Система мониторинга источников использованной тары и упаковки, сырьевые ресурсы являются статистической базой банка данных об образовании, накоплении, объемах, номенклатуре, свойствах полимерных отходов изношенной тары и упаковки с целью определения потенциальных поставщиков вторичного сырья. Система мониторинга банка данных об источниках накопления изношенной тары и упаковки является также базой для принятия управленческих решений в процессе организации сбора, накопления и переработки полимерных отходов в виде тары, упаковки и плёночных изделий на всех уровнях – как в пределах локального источника, так и в масштабах города и региона в целом.

Целью мониторинга являются обеспечение анализа базы данных образования использованной полимерной тары, упаковки и других бывших в употреблении изделий из термопластичных материалов, выявление номенклатуры полимерных отходов в необходимом количестве и с соответствующими остаточными свойствами, достаточными для утилизации их в опытно-экспериментальном производстве с учетом предусмотренных проектом технологии и оборудования, а также определение их движения и потенциальных поставщиков вторичного полимерного сырья.

Согласно рабочему проекту и разработанной технологии предусматривается переработка следующих полимерных отходов, соответствующих ТУ 63-032-1-89 «Сырьё полимерное вторичное необработанное»:

Группа 1.1 – Вышедшая из употребления пленка из полиэтилена, применявшаяся для укрытия парников, теплиц, силосных ям, хранилищ овощей;

Группа 1.2 – Мешки полиэтиленовые из-под минеральных удобрений;

Группа 1.3 – Упаковочная полиэтиленовая плёнка, мешки, пакеты, кульки, чехлы, складные контейнеры и т.д.;

Группа 1.4 – Изношенная транспортная тара из термопластичных материалов.

В особую группу выделено сырьё полимерное вторичное (одноразовая посуда из полипропилена, полистирола, упаковка из бумаги, ламинированной полиэтиленовой пленкой), накапливающееся и собирающееся в «Макдональдсах».

С учётом вида полимерных отходов в составе опытного производства предусмотрены технология и оборудование для их переработки в гранулированный товарный продукт. Технологический процесс обеспечивает измельчение пленочных и тонкостенных полимерных отходов, отмывку их от минеральной гря-

зи, пыли, флотационное разделение измельченных отходов полипропилена и полистирола, отжимку от избытка воды, сушку, агломерацию, грануляцию термопластичных материалов и бункеризацию товарного продукта.

В 2010 г. на территории Харьковской области образовалось 47125 т использованной тары и упаковки – картонной, бумажной, металлической, текстильной, стеклянной, деревянной, комбинированной и полимерной, в т.ч. по г. Харькову – 26206 т (табл. 1).

Объёмы образования изношенной полимерной тары и упаковки определяли с учётом объёмов выпуска и потребления продукции технического назначения, сыпучих продуктов питания (мука, крупы, сахар, соль и др.), медикаментов, мясоколбасной, хлебобулочной, молочной и другой продукции, требующей тару и упаковку при транспортировке, оптовой и розничной реализации.

Суммарный объём образования изношенной тары и упаковки из полимерных материалов, согласно базе данных системы мониторинга их производства и потребления, достигает 6000 т в год на территории Харьковской области. При этом распределение полимерной тары по видам полимеров, назначению, агрегатно-физическому состоянию изделий, срокам службы, условиям эксплуатации, местам образования и накопления, возможности сбора, заготовки и переработки с учётом их объёмов и остаточных технологических свойств, представляется в следующем виде:

1. Транспортная полимерная тара в виде ящиков, поддонов, бидонов, бочек и др.

Изношенная транспортная тара практически в полном объёме возвращается к производителю и перерабатывается в дробленку, последняя добавляется к первичному сырью в количестве до 50 % для производства полимерной тары. Таким образом, изношенная транспортная тара из термопластичных материалов, соответствующая группе 1.4 ТУ 63-032-1-89 «Сырьё полимерное вторичное необработанное», практически полностью утилизируется в области.

2. Изношенная тара и упаковка из комбинированных материалов – ламинированной бумаги, металлизированной пленки, ламинированной пленки алюминием, из антисептических упаковочных материалов и др.

Выпускается в основном параллельно с производством продуктов питания, медикаментов и других изделий, подлежащих упаковке.

Через торговую сеть изношенная тара и упаковка из комбинированных материалов попадает к потребителю (население) и в конечном итоге аккумулируется в составе ТБО, рассеивается в парках, скверах, водоемах, полигонах, свалках. В основном это разовая тара и упаковка от «Макдональдс», предприятий и фирм общественного питания, торговли.

Изношенная тара и упаковка и технологические отходы их производства могут рассматриваться как вторичное полимерное сырьё при условии организации сбора, заготовки их от населения в очищенном виде и разработки технологии и оборудования для их переработки в ликвидные изделия.

3. Изношенная текстильная тара и упаковка, в том числе мешки из синтетической нити (полипропилена, полиамида), которые используют для затаривания

сахара, круп, зерна, соли, муки и других сыпучих пищевых продуктов, а также сумки, пакеты из синтетических нитей, сетки, вкладыши, контейнера и т.д. Это тара и упаковка одноразового использования.

Потенциальными поставщиками могут быть производители этой тары и упаковки, потребители пищевых и технических сыпучих продуктов и материалов. Это хлебобулочные, макаронные, бисквитные, кондитерские и другие комбинаты, фабрики, заводы, частный сектор, а также предприятия общественного питания – рестораны, кафе, столовые и т.д.

Таблица 1

Объемы накопления изношенной тары и упаковки по Харьковскому региону

№	Наименование, вид тары и упаковки	Накопление по Харьковской области (т/год)			Накопление по г. Харькову (т/год)		
		2001	2010	2015 (прогноз)	2001	2010	2015 (прогноз)
1.	Транспортная тара из полимерных материалов	957	1086	1221	485	507	532
2.	Тара и упаковка из комбинированных материалов	410	447	492	201	219	230
3.	Тара из текстильных и полимерных материалов	4576	5399	6074	2318	2596	2778
4.	Тара и упаковка из пленочных термопластичных материалов	3300	3960	4455	1672	1873	2004
5.	Тара из полиэтилентерефталата (ПЭТФ)	7352	7652	9652	3725	6425	7925
6.	Тара и упаковка комбинированная из композитных материалов (полимеры, стекло, бумага, др.)	24687	26909	28927	13123	13714	14125
7.	Упаковка, разовая посуда от кафе «Макдональдс»	1600	1672	1756	800	872	916
Общее накопление		42882	47125	52577	18530	26206	28510

4. Изношенная тара и упаковка из термопластичных материалов типа полиэтилена высокого и низкого давления, полипропилена, полистирола. Это полиэтиленовые пленочные мешки, вкладыши мягких контейнеров (биг-бэг), потребительская тара – кульки, паке-

ты, упаковочная, оберточная, термоусадочная пленка, бутылки, стаканы, тубы и др. В их числе импортная полимерная тара и упаковка достигает более 10 %.

Производство пленочной упаковочной тары в настоящее время рассредоточено в небольших фирмах с различной формой собственности, основными потребителями-заказчиками являются торговые фирмы, базары, ярмарки, широкая сеть частных предпринимателей, реализаторов пищевых продуктов, предметов косметики, санитарии, парфюмерии, технических средств, одежды, обуви и т.д. Поэтому проследить промежуточные места накопления полимерной, пленочной тары и упаковки затруднительно. Тем более сложно определить их морфологический состав по видам полимеров, уровню загрязненности, влажности. Эти параметры должны уточняться в процессе сбора, заготовки и переработки тары и упаковки.

Пленочная упаковка используется в розничной торговле при расфасовке, затаривании пищевых хлебобулочных, мяскоколбасных, молочных продуктов питания; развесных овощей, круп, макаронных изделий, т.е. потенциально это полноценное вторичное сырье.

Учитывая отсутствие организованной системы сбора, заготовки и переработки упаковочной тары, основной объем ее попадает в состав ТБО, где подвергается сильному загрязнению, заражению бактериями и т.д. Это значительно усложняет технологические процессы ее переработки, в частности требует дополнительной мойки и бактериального обеззараживания сушкой.

Номенклатура изношенной полимерной тары и упаковки – потребительская тара, которая относится к группе 1.3; 1.4 ТУ63-032-1-89 «Сырье полимерное вторичное необработанное» с соответствующим уровнем допустимой загрязненности, влажности, остаточных технологических свойств и агрегатного состояния, т.е. отвечает требованиям утилизации вторичного полимерного сырья.

5. Полиэтиленовая пленка сельскохозяйственного применения в парниковом, тепличном хозяйствах является компактным источником вторичного полимерного сырья, относится к группе 1.1 ТУ63-032-1-89 «Сырье полимерное вторичное необработанное» с соответствующим уровнем загрязненности и влажности. Расходы полиэтиленовой пленки на укрытие парников, теплиц составляют до 1,0 т/га закрытого грунта (при толщине полиэтиленовой пленки в среднем 100 микрон). Срок ее эксплуатации в тепличном и парниковом хозяйствах составляет 1 год. При этом механические безвозвратные потери достигают 20 %. В процессе эксплуатации полиэтиленовая пленка подвергается интенсивной солнечной радиации, тепловой нагрузке, поэтому деструкция (окисление) ее достигает 40-50 %.

Однако остаточные физико-химические и механические свойства изношенной полиэтиленовой пленки тепличного, парникового назначения являются доста-

точными для ее повторной переработки в выбранной номенклатуре изделия.

6. Полиэтиленовые мешки из-под минеральных удобрений представляют собой высококачественное вторичное полимерное сырье, относятся к группе 1.2 ТУ63-032-1-89 «Сырье полимерное вторичное необработанное». Срок службы полиэтиленовых мешков 1 год. Потери мешков в процессе транспортировки и хранения составляют 15 %. Заказчиками полиэтиленовых мешков являются производители минеральных удобрений на предприятиях «Сельхозхимии», потребители и т.д. у них собираются бывшие в употреблении мешки из-под минеральных удобрений и они могут быть поставщиками этого вторичного полимерного сырья для переработки. В среднем требуется 20 мешков, или до 4,5 кг полиэтиленовых мешков на тонну удобрений.

7. Разовая посуда, столовые приборы с разделением их по видам для получения гранулированных вторичных термопластов. В банке данных изношенной тары, упаковки и других полимерных отходов, а также в ТУ 63-032-1-89 «Сырье полимерное вторичное необработанное» этот вид полимерных отходов отсутствует ввиду непредставительности по объёму, сильной загрязненности остатками пищи, а следовательно, заражения гнилью, бактериями и т.д., что требует значительных затрат на обеззараживание, очистку, разделение и т.д.

Для производства изделий приведенной номенклатуры используются в основном полистирол, полипропилен, полиэтилентерефталат, поливинилхлорид, полиэтилен. Срок службы этих изделий разовый. В процессе транспортировки, хранения и пользования они не подвергаются воздействиям, влияющим на их физико-химические, механические, реологические свойства, т.е. изношенные изделия разового пользования могут применяться для переработки. Уровень загрязнения изделий разового пользования остатками пищи, приправ, напитков следует уточнять в процессе организации, сбора, заготовки и поставки на переработку.

Потребителями и местами образования одноразовой полимерной посуды и упаковки являются учреждения общественного питания: рестораны, кафе, быстро, закусочные, киоски реализации освежительных напитков из кегов, «Макдональдс», «Аэрофлот» и т.д.

Основная тара – ПЭТ-бутылки концентрируются у населения, поэтому возможные объёмы заготовки зависят от организации их сбора. ПЭТ – бутылка занимает лидирующее положение среди упаковки не только газированных напитков, но и растительного масла, уксуса, жидкой бытовой химии (шампуни, смазочные, моющие средства и т.д.). Украина располагает большими запасами минеральных вод, а переход к рыночной экономике вызывает быстрый рост применения емкостей и тары из полиэтилентерефталата (ПЭТ), который в 2001 г. достиг 2 млрд. шт. с ежегодным приростом на 200-300 млн. шт. В г. Харькове только две линии производства Nissei ASB (Япония) и Husky (Канада), установленные на ЗАО «Харпластмасс» и АО «Рогань», могут изготавливать бутылки из полиэтилентерефталата (ПЭТ) до 90 млн. шт. в год.

Необходима обработка организации и механизма сбора, заготовки и поставки следующих видов полимерных отходов:

1. Потребительская тара – пленочные пакеты, кульки, обертка, упаковка пищевых продуктов, изделий технического назначения, обуви, одежды и др., соответствующая ТУ63-032-1-89, группа 1.3 «Сырье полимерное вторичное необработанное»;
2. Изделия из полимеров одноразового пользования – столовые приборы, бокалы, стаканы, ПЭТ – бутылки и др. Эта группа отходов не приводится в ТУ63-032-1-89, следовательно, уровень загрязненности, влажности, состава по видам полимерам не изучен;
3. Изношенная полиэтиленовая пленка сельхозприменения для укрытия теплиц, парников, рассады на полях, плодово-овощной продукции, соответствующая группе 1.1 ТУ63-032-1-89 «Сырье полимерное вторичное необработанное»;
4. Пленочные полиэтиленовые мешки из-под минеральных удобрений, мягкие контейнеры (биг-бэг) для сыпучих материалов и другой химической продукции, соответствующие группе 1.2 ТУ63-032-1-89 «Сырье полимерное вторичное необработанное».

В табл. 1 приведены усредненные объёмы накопления изношенной тары и упаковки по Харькову и Харьковскому региону.

Таким образом, в настоящее время необходим поэтапный, технически и научно обоснованный переход от полигонного захоронения к промышленной переработке твердых бытовых отходов путем разработки пилотных проектов и создания опытно-экспериментальных производств по комплексной утилизации ТБО в Харькове и Харьковском регионе.

Следует отметить, что накопление полимерной тары и упаковки в составе ТБО в Харьковском регионе опережает возможности их переработки, так как технологии переработки для повторного использования их в виде гранулята вторичного сырья еще не нашли широкого распространения.

Долгое время переработка полимерных отходов во вторичное сырье затруднялась тем, что не приносила ощутимой прибыли. Не проводился анализ сравнительных данных, что рециклинг полимерных отходов по сравнению с захоронением на полигоне и сжиганием в печах является эффективным и экономичным способом решения данной проблемы. Поскольку строительство полигонов для захоронения отходов растет из-за ужесточения экологических норм, а термические печи и газоочистка при сжигании слишком дорогостоящие, значение поэтапного перехода к промышленной переработке ресурсно-ценных компонентов в составе ТБО будет непрерывно повышаться [4].

В большинстве городов Украины никем не контролируемые несанкционированные свалки из перемешанных пищевых отходов, стеклобоя, макулатуры, полимеров, одноразовой посуды, металлолома, других композитных отходов демонстрируют наше «одноразовое» отношение к проблемам отходаобращения. Сегодня город с миллионным населением за год может закрыть метровым слоем отходов до 100 га ценных городских земель.

Эффективность управления отходами изношенной тары и упаковки находится на низком уровне.

Вместе с тем оно должно стать одной из составляющих системы управления охраной окружающей среды. При этом необходимо решать вопросы как экологической безопасности отходаобращения, мест размещения и накопления, так и вопросы энергосберегающих технологий сырьевых ресурсов, поскольку изношенную тару и упаковку нужно рассматривать в первую очередь с позиций оценки потенциала сырьевых ресурсов регионов Украины, а не только с точки зрения их негативного воздействия на окружающую среду.

### **Внедрение технологии переработки тары и упаковки с учетом базы данных об их образовании**

Перечень выполняемых работ здесь следующий:

Этап 1. Анализ банка данных об источниках образования, накопления, объемах, номенклатуре, свойствах полимерных отходов тары и упаковки с целью определения потенциальных поставщиков для переработки его на перерабатывающем производстве:

- выявление объемов и мест образования изношенной пленочной тары и упаковки;
- выявление объемов и мест образования полимерной одноразовой посуды, столовых приборов, упаковки продуктов питания, освежительных напитков;
- выявление объемов и мест образования изношенных полиэтиленовых мешков из-под минеральных удобрений;
- анализ вторичного полиэтиленового сырья по остаточным технологическим и физико-химическим свойствам;
- определение с учетом анализа мест накопления потенциальных поставщиков полимерного сырья:
  - торговые предприятия, фирмы, базары, рынки, оптовые базы, сфера общественного питания;
  - население (ЖЭКи);
  - базы «сельхозхимии», парниковые и тепличные хозяйства;
  - действующие полигоны (свалки).

Этап 2. Создание механизма работы с поставщиками вторичного полимерного сырья для переработки:

- разработка инструкций по сортировке пленочных изношенных изделий, их сбору и условиям поставки на переработку;
- разработка инструкций по сортировке посуды, столовых приборов разового использования, упаковке освежительных напитков и условиям их поставки на переработку;
- разработка инструкций и опознавательных знаков по заготовке мешков из-под минеральных удобрений, изношенной полиэтиленовой пленки тепличных, парниковых хозяйств и условиям их поставки на переработку;
- разработка инструкций по отбору, сортировке пленочного полимерного сырья на действующих полигонах и условиям их поставки на переработку;
- разработка инструкций по сбору, сортировке использованной ПЭТ – тары и условиям ее поставки на переработку;

- разработка проектов типового договора на сортировку, сбор и поставку вторичного полимерного сырья для его переработки с учетом инструкций;
- разработка системы транспортных услуг по поставке вторичного полимерного сырья.

Этап 3. Оценка готовой продукции из отходов полимеров и рынков ее сбыта в регионе:

- вторичный гранулированный полиэтилен:
  - ПЭВД – полиэтилен высокого давления;
  - ПЭНД – полиэтилен низкого давления;
  - смесь с неизвестным соотношением;
  - смесь ПЭВД и ПЭНД, полипропилена и т.д.
- качественный анализ сырья как готовой продукции на соответствие нормативно-технической документации (ТУ и ОСТы);
- определение на основе анализа возможных областей применения, рынков сбыта в регионе для производства труб, пленок, литевых изделий и т.д.;
- разработка проекта договора на производство изделий из полиэтилена вторичного гранулирования;
- проведение маркетинга на сырье вторичное полимерное;
- разработка структурной схемы переработки вторичных полимерных ресурсов с апробированием в опытно-экспериментальном производстве.

Этап 4. Разработка документа о внедрении системы переработки отходов тары и упаковки на перерабатывающем производстве:

- организация и доведение системы о переработке полимерных отходов до потенциальных поставщиков сырья:
  - доведение проекта постановления;
  - доведение проектов договоров;
  - доведение инструкций по сбору;
  - информация о Законе Украины «Об отходах»;
- разработка проекта постановления облгосадминистрации об утверждении и распространении организационно-экономических положений о переработке полимерных отходов в регионе.

С учетом нормативно-технической документации и исследований, мониторинга образования и движения вторичного полимерного сырья и др., предлагается к внедрению в производстве система управления и утилизации изношенной полимерной тары и упаковки и других видов вторичного полимерного сырья.

### **Система управления и утилизации изношенной полимерной тары и упаковки и другого вторичного полимерного сырья**

Настоящая система управления и утилизации изношенной полимерной тары и упаковки, а также других видов полимерных отходов разработана на основе анализа мониторинга образования и движения полимерной тары и упаковки в Харьковском регионе с учетом наличия опытно-экспериментального производства ООО «Харьковвторполимер» переработки

вторичного полимерного сырья мощностью до 500 т в год. Уточнены данные об объемах образования отходов полимеров, возможных для сбора, заготовки и переработки, определены потенциальные поставщики полимерного сырья. Система направлена на практическое решение организационных, технических и технологических вопросов сбора, сортировки и поставки изношенной полимерной тары и упаковки и другого вторичного полимерного сырья на переработку. Она может быть использована как руководство – рекомендация при решении аналогичных проблем в Харьковском и других регионах Украины [5].

Основой предлагаемой системы управления и утилизации изношенной полимерной тары и упаковки и другого вторичного полимерного сырья являются:

1. Схема образования, движения, накопления и поставки изношенной полимерной тары и упаковки и других видов вторичного полимерного сырья на утилизацию в опытно-экспериментальном производстве. Она определяет порядок организации управления и создания производств по утилизации вторичного полимерного сырья и включает следующие необходимые при этом этапы:

- на основе анализа мониторинга устанавливается база данных объекта в целом, т.е. объемы производства, потребления, импорта, экспорта, срока службы, потерь в процессе эксплуатации, оцениваются организационная, конъюнктурная ситуация в регионе, остаточные

потребительские, технологические свойства и технический уровень их утилизации с получением ликвидных материалов, экологически безопасных производств;

- на основе установленной базы данных объекта в целом изношенные полимерные изделия разбиваются на возможно однородные виды (группы) полимерных отходов;
- с учетом движения в процессе эксплуатации изделий из полимеров прогнозируются места их аккумуляции и, следовательно, источники образования изношенной полимерной тары и упаковки и других отходов полимеров;
- на основе выявленных источников образования вторичного полимерного сырья (от населения, торговой сети, объектов общественного питания (кафе, бистро и др.), реализации освежительных напитков, свалки и полигоны ТБО, агропромышленный комплекс, частный сектор и т.д.) определяется система сбора, заготовки и поставки на его переработку;
- определяется наличие в регионе производства и переработки вторичного полимерного сырья, оснащенного экологически безопасными технологиями, обеспечивающего переработку различных видов отходов полимеров раздельно или в смеси во вторичные дробленые, гранулированные материалы или изделия рекомендуемой номенклатуры или с учетом конъюнктуры рынка (рис.1).

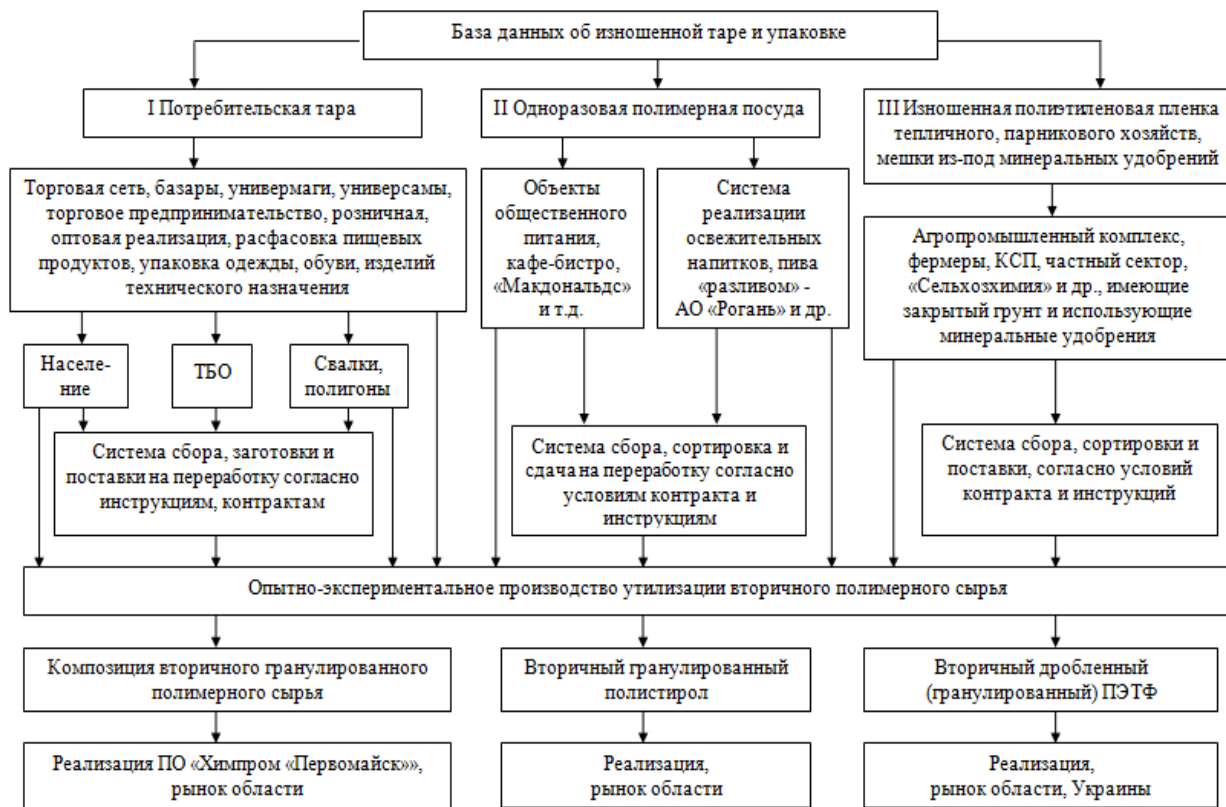


Рис. 1. Схема образования, движения, накопления и поставки изношенной полимерной тары и упаковки на утилизацию в опытно-экспериментальном производстве

2. Инструкция сбора, сортировки, накопления и поставки на переработку вторичного полимерного сырья, разработанная с учетом ТУ 63-473-32-90 «Сырье вторичное полимерное необработанное». В ней:

- определяются общие требования к заготавливаемому сырью;
- приводятся отличительные признаки основных видов полимерного сырья;
- приводятся виды отходов полимеров, не подлежащих к заготовке;
- устанавливаются правила приема, упаковки, методы контроля, хранения, транспортирования сырья;
- правила проведения сбора вторичного полимерного сырья по группам и т.д.

3. Примерный договор (контракт, соглашение) на осуществление сбора, сортировки и поставки на переработку между Поставщиками (Держателями), Заготовителями, Переработчиками на основе экономических взаимовыгодных условий и с учетом требований ТУ 63-473-32-90 «Сырье вторичное полимерное необработанное».

4. Номенклатура изделий из вторичного полимерного сырья и ориентировочные объемы потребности с учетом остаточных технологических свойств сырья и экономической целесообразности.

Система управления и утилизации вторичного полимерного сырья позволит значительно ускорить организацию и обеспечение сырьем опытно-экспериментального экономически выгодного, экологически безопасного производства и может быть рекомендована для широкого внедрения в Харьковском и других регионах Украины.

**Оценка готовой продукции из отходов полимеров и рынков сбыта в регионе**

Целью переработки вторичного полимерного сырья является получение ликвидных продуктов (полупродуктов) вторичных термопластов и производство изделий на их основе. В опытном производстве по технологии и установленному оборудованию предусматривается переработка пленочных отходов полиэтилена высокого давления (ПЭВД) во вторичный гранулированный ПЭВД (ТУ 63.178-74-88). В зависимости от видов вторичного полимерного сырья, его исходных свойств и методов переработки возможно получение различных марок вторичного полиэтилена гранулированного (см. табл. 2).

Показатели вторичного полиэтилена должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 3. Влажность вторичного полиэтилена не должна превышать 0,1 %.

В случае сбора и заготовки вторичного полимерного сырья в торговой сети, от населения, на свалках, полигонах ТБО возможна смесь ПЭВД, ПЭНД, ПП и других полимеров в любом соотношении. Поэтому прогнозирование качества вторичного сырья как готовой продукции, определение областей его применения в производстве изделий литьевым, выдувным, экструзионным способами затруднительно.

Исследования возможного состава смеси вторичного полимерного сырья с учетом объемов производства

и распределения термопластов показали такой средневзвешенный состав: полиэтилен – до 80 %, полипропилен – до 10 %, полистирол – до 5 %, остальное – до 5 %.

Таблица 2

Получение вторичного полиэтилена в зависимости от видов сырья, его свойств и методов переработки

Обозначение марок	Характеристика материала и исходного сырья	Группа по ТУ 63.471-32-90	Вид поставляемой продукции
А 1	Полиэтилен вторичный высокого давления, полученный на основе отходов потребления в виде вышедших из употребления пленочных изделий сельскохозяйственного и других пленочных изделий	4.1	Гранулированный, агломерированный
		4.2	
		4.3	
А 2	Полиэтилен вторичный высокого давления, полученный на основе отходов потребления в виде вышедших из употребления литьевых, экструзионных и выдувных изделий, например, тары, труб и т.п.	4.4	Гранулированный, дробленый
А 3	Полиэтилен вторичный высокого давления, полученный на основе отходов производства литьевых, экструзионных и выдувных изделий, например, слитков при производстве пленок, отходов производства труб, отходов кабельного производства (ПЭВД) и т.д.	4.6	Гранулированный, дробленый
Б 1	Полиэтилен вторичный низкого давления, полученный на основе отходов потребления в виде вышедших из употребления литьевых, экструзионных и выдувных изделий, например, транспортной тары, труб и т.п.	4.4	Гранулированный, дробленый
А	Полиэтилен вторичный высокого давления, полученный на основе отходов производства пленок, бракованных пленочных изделий, обрезков пленки и т.п.	4.6	Гранулированный, агломерированный
Б 2	Полиэтилен вторичный низкого давления, полученный на основе отходов производства экструзионных, литьевых и выдувных изделий, например, отходов производства труб, отходов кабельного производства (ПЭНД) и т.п.	4.5	Гранулированный, дробленый

В настоящее время возможны значительные изменения состава вторичного полимерного сырья с учетом импорта, изменения структуры и объемов производства и т.д.



Таблица 3

Сравнительные признаки различных видов пленочного сырья

Наименование пленочного сырья	Физическое состояние	Испытание в пламени				
		Поведение в пламени	Горючесть	Вид пламени	Запах выделяющихся паров и дыма	Вид обгоревшего остатка
1. Полиэтиленовая пленка	Жирная на ощупь, хорошо растягивается (в два раза и больше), может быть прозрачной, матовой и черной	При внесении в пламя сразу загорается	При удалении из пламени продолжает гореть. Горит медленно, плавится, стекая каплями, пламя спокойное	Пламя с белой верхушкой и голубой каймой у основания	горящего парафина	Оплавленный, слегка потемневший
2. Поливинилхлоридная пленка	Относительно жесткая, растягивается, может быть прозрачной и матовой	При внесении в пламя загорается с трудом	При удалении из пламени быстро гаснет	Пламя оранжево-белое с зеленой каймой у основания, коптящее	резкий, острый, хлористого водорода, жженой резины	Жесткий, обугливающийся, в основном сохранивший форму образца
3. Лавсановая пленка	Прозрачная, малорастяжимая, при сминании издает шелестящий звук	При внесении в пламя тотчас загорается	При удалении из пламени продолжает гореть, плавится	Пламя коптящее, быстро исчезает	без специфического запаха	Оплавленный, потемневший
4. Полистирольная пленка	Прозрачная, не растяжимая, при сминании издает металлический звук	Легко загорается в пламени	Горит самостоятельно	Желто-оранжевое с едва заметной синей каймой у основания сильно коптящее	запах стирола специфический, сладковато-цветочный	Оплавленный, потемневший
5. Целлофановая пленка	На ощупь – сухая бумага, прозрачная, малорастяжимая, рвется с сухим треском	При внесении в пламя сразу загорается	Горит ярким пламенем	Пламя бело-желтое	запах обгоревшей бумаги	Остаток-пепел

Маркетинговые исследования сырьевой базы вторичного полимерного сырья, состояния его переработки и областей применения показали, что в Харькове и области переработкой вторичного полимерного сырья занимаются около 100 субъектов. В основном перерабатываются чистые однородные отходы полимеров. Производимая продукция самая различная – от пуговиц до труб полимерных, вторичной пленки для мешков под мусор, выдувной тары, вакуумформовочных изделий и др.

Таким образом, вторичное полимерное сырье на рынке Харьковского региона имеет достаточный спрос и предложение.

### Выводы

Решение проблемы комплексного использования вторичных полимерных композиционных материалов связано с решением целого ряда научных и практических задач, среди которых важное место занимают определение объемов образующихся полимерных отходов и организация их заготовки в местах их образования.

При разработке методических вопросов определение эффективности применения вторичного полимерного сырья и изделий на их основе нужно рассматривать как систему отраслей, связанных между собой взаимными поставками элементов основных и оборотных фондов, передачу которых из одного звена в другое следует оценивать по единой методологии, например по приведенным затратам.

Во всех случаях расчетам технико-экономической эффективности производства и применения вторичного полимерного сырья должен предшествовать технико-экономический анализ, который служит средством для решения важных производственных задач, а именно: определение целесообразных направлений развития отрасли по производству гранулята вторичных композиционных полимерных материалов; экономическое обоснование технических мероприятий и очередность их внедрения, выбор наиболее экономического варианта при разработке выпускаемых изделий из полимерного сырья; оценка возможностей улучшения технико-экономических показателей изделий, полученных с применением сырья из вторичных полимеров; определение технического уровня вторичного полимерного гранулята в соответствии с технологическим регламентом и ТУ выпускаемого вторичного сырья «Сырье полимерное вторичное необработанное».

Обобщение опыта управления полимерными отходами в развитых странах и опыта использования отходов тары и упаковки из полимеров в Украине позволяет определить вторичное ресурсопользование как долгосрочную стратегию развития национального хозяйства, которая направлена на расширение его ресурсных возможностей и одновременно на повышение интегральной эколого-экономической эффективности.

### Литература

1. Бабаев В.Н. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города: уч. пособие / В.Н. Бабаев, Н.П. Горюх, И.В. Коринько и др. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 375 с.

2. Коринько И.В. Технологии и оборудование промышленной переработки полимерных отходов: уч. пособие / И.В. Коринько, Н.П. Горох, В.А. Вороненко и др. – Харьков: ГКП КХ «ХКОВ» – ХНАГХ, 2008. – 293 с.
3. Гриценко А.В. Технологические основы промышленной переработки отходов: уч. пособие / А.В. Гриценко, Н.П. Горох, И.В. Коринько и др. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 361 с.
4. Горох Н.П. Эколого-экономические аспекты и механические свойства в процессах переработки полимерных отходов. / Н.П. Горох // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2005. - № 14. С. 136-144.
5. Бабаев В.Н. Технологическая линия переработки вторичного полимерного сырья / В.Н. Бабаев, Н.П. Горох, И.В. Коринько и др. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий № 4/1 (28) 2007 – С. 74-84.

УДК 665.9

# ВЫСОКОПОЛНЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ДПМ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА

**В. В. Лебедев**

Кандидат технических наук, доцент\*  
 Контактный тел.: (057) 707-61-09  
 E-mail: vladimirlebedev@bk.ru

**А. И. Карев**

Студент\*

**С. А. Чавров**

Студент

\*Кафедра технологии пластических масс  
 Национальный технический университет  
 «Харьковский политехнический институт»  
 ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

*У статті розроблені склади високонаповнених екологічно чистих полімер-деревних матеріалів на основі деревних відходів і вторинного поліпропілену*

*Ключові слова: термопласти, відходи, композиції, екологічно чисті*

*В статтє розробтань составы высоконаполненных экологически чистых полимер-древесных материалов на основе древесных отходов и вторичного полипропилена*

*Ключевые слова: термопласты, отходы, композиции, экологически чистые*

*In paper stocks highly filled pollution-free polymer-wood of materials on the basis of a wood residue and the secondary polypropylene are developed*

*Keywords: thermoplastics, a waste, compositions, pollution-free*

## 1. Введение

Отходы - это материалы и предметы, от которых извлекается их владелец по собственному желанию или по требованию закона, что делает необходимым организацию их сбора, сортировки, очистки, транспортировки и обработки, складирование и дальнейшую переработку или какое либо другое использование, а также ликвидацию [1].

К настоящему моменту в крупном городе на одного человека в год в среднем приходится 250-300 кг твердых бытовых отходов (ТБО), а ежегодный прирост составляет около 5 %, что приводит к быстрому росту мусорных свалок как разрешенных (зарегистрированных), так и незарегистрированных.

Проблема ТБО может быть решена двумя путями - уничтожением и утилизацией; последняя подразумевает ее трансформацию в полезный продукт. С увеличением объема производства различных материалов такие методы утилизации отходов, как захоронение и сжигание, становятся все дороже.

Исходя из условий современной рыночной экономики вовлечение в стройиндустрию, как в наиболее материалоёмкую отрасль, вторичных материальных ресурсов является одним из приоритетных направлений науки и техники [2].

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

С ростом бытовых отходов полимерных материалов перед перерабатывающей промышленностью стоит проблема утилизации смесей с целью получения отдельных полимеров для переработки их в изделия. Потребление армированных пластиков в США в 1993 г. Составило 1.44 млн.т. Мировое потребление ПКМ в 1991 г составило 17.4 млн. т. на сумму 4.1 млрд. долларов США (2.3 млрд. долларов США на аэрокосмическую промышленность), к 2000 г. - 50 млн. т. На сумму 9.4 млрд. долларов США [3].